

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-368305

(P2002-368305A)

(43) 公開日 平成14年12月20日 (2002. 12. 20)

(51) IntCl ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
H 0 1 L 43/08		H 0 1 L 43/08	Z 2 G 0 1 7
G 0 1 R 33/09		G 1 1 B 5/39	5 D 0 3 4
G 1 1 B 5/39		H 0 1 F 10/30	5 E 0 4 9
H 0 1 F 10/30		41/34	
41/34		H 0 1 L 43/12	

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-168218(P2001-168218)

(22) 出願日 平成13年6月4日(2001. 6. 4)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 島沢 幸司

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー

ディーケイ株式会社内

(72) 発明者 金程 勝也

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー

ディーケイ株式会社内

(74) 代理人 100074930

弁理士 山本 恵一

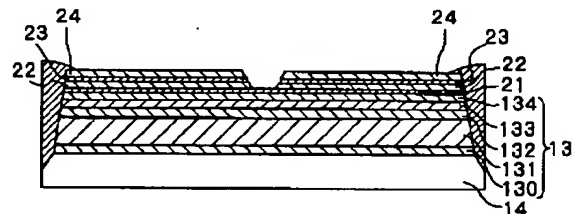
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果センサ、該センサを備えた薄膜磁気ヘッド、磁気抵抗効果センサの製造方法及び薄膜磁気ヘッドの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 高い出力安定性を得ることができると共に実効的な感知領域幅の広がりを防止することができ、さらに製造が容易なMRセンサ、このMRセンサを備えた薄膜磁気ヘッド、MRセンサの製造方法及び薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供する。

【解決手段】 第1の反強磁性体層と、第1の反強磁性体層上に積層されており第1の反強磁性体層との交換結合によりバイアス磁界が印加される磁化固定層と、磁化固定層上に積層された第1の非磁性金属層と、第1の非磁性金属層上に積層されており印加される信号磁界にตอบสนองして磁化方向が変化する磁化自由層と、磁化自由層上に積層された第2の非磁性金属層と、第2の非磁性金属層上にトラック幅に対応する間隔を隔てて積層されており導電性を有する1対の第2の反強磁性体層とを備えており、1対の第2の反強磁性体層の下方部分の磁化自由層と1対の第2の反強磁性体層とが交換結合しているMRセンサ及びこのMRセンサを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の反強磁性体層と、該第1の反強磁性体層上に積層されており該第1の反強磁性体層との交換結合によりバイアス磁界が印加される磁化固定層と、該磁化固定層上に積層された第1の非磁性金属層と、該第1の非磁性金属層上に積層されており印加される信号磁界にตอบสนองして磁化方向が変化する磁化自由層と、該磁化自由層上に積層された第2の非磁性金属層と、該第2の非磁性金属層上に所定の間隔を隔てて積層された導電性を有する1対の第2の反強磁性体層とを備えており、該1対の第2の反強磁性体層の下方部分の前記磁化自由層と該1対の第2の反強磁性体層とが交換結合していることを特徴とする磁気抵抗効果センサ。

【請求項2】 前記第2の非磁性金属層が、貴金属材料から成ることを特徴とする請求項1に記載の磁気抵抗効果センサ。

【請求項3】 前記第2の非磁性金属層の膜厚が、0.3～2 nmであることを特徴とする請求項1又は2に記載の磁気抵抗効果センサ。

【請求項4】 前記第2の反強磁性体層上に積層された導体層をさらに備えたことを特徴とする請求項1から3のいずれか1項に記載の磁気抵抗効果センサ。

【請求項5】 請求項1から4のいずれか1項に記載の磁気抵抗効果センサを備えたことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 第1の反強磁性体層、該第1の反強磁性体層との交換結合によりバイアス磁界が印加される磁化固定層、第1の非磁性金属層、印加される信号磁界にตอบสนองして磁化方向が変化する磁化自由層、第2の非磁性金属層及び導電性を有する第2の反強磁性体層を基板側から順次積層して磁気抵抗効果積層体を形成するステップと、該磁気抵抗効果積層体を所定形状にパターンニングするステップと、所定の間隔を隔てて互いに対向するように前記第2の反強磁性体層をパターンニングするステップとを備えたことを特徴とする磁気抵抗効果センサの製造方法。

【請求項7】 前記第2の非磁性金属層として、貴金属材料を用いることを特徴とする請求項6に記載の製造方法。

【請求項8】 前記第2の非磁性金属層の膜厚を、0.3～2 nmに形成することを特徴とする請求項6又は7に記載の製造方法。

【請求項9】 前記磁気抵抗効果積層体を形成するステップが、前記第2の反強磁性体層上に導体層をさらに形成するステップであることを特徴とする請求項6から8のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項10】 前記パターンニングするステップが、前記第2の反強磁性体層上にマスクを形成するステップと、該マスクを介してイオンミリングを行うステップとを備えたことを特徴とする請求項6から9のいずれか1

項に記載の製造方法。

【請求項11】 前記マスクとして、Ta、Ru又はRh層から成るマスクを用いることを特徴とする請求項10に記載の製造方法。

【請求項12】 前記マスクとして、前記第2の反強磁性体層の膜厚の約1/2～1/3の膜厚のマスクを用いることを特徴とする請求項11に記載の製造方法。

【請求項13】 前記マスクとして、 Al_2O_3 又は SiO_2 層から成るマスクを用いることを特徴とする請求項10に記載の製造方法。

【請求項14】 前記マスクとして、前記第2の反強磁性体層の膜厚の約1/3～1/5の膜厚のマスクを用いることを特徴とする請求項13に記載の製造方法。

【請求項15】 前記マスクをリアクティブイオンエッチング法によって形成することを特徴とする請求項10から14のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項16】 前記マスクをフォカスダイオンビーム法によって形成することを特徴とする請求項10から14のいずれか1項に記載の製造方法。

【請求項17】 請求項6から16のいずれか1項に記載の製造方法によって磁気抵抗効果センサを形成することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スピンバルブ効果等の巨大磁気抵抗効果（GMR）を利用した磁気抵抗効果（MR）センサ、このMRセンサを備えた、ハードディスク装置（HDD）等の磁気記録再生装置用の薄膜磁気ヘッド、MRセンサの製造方法及び薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】薄膜磁気ヘッドとしては、読出し用のMRセンサ即ちMR素子を有する再生ヘッドと書き込み用のインダクティブ素子を有する記録ヘッドとを積層した構造の複合型薄膜磁気ヘッドが広く用いられている。

【0003】近年、HDDの高密度化に伴って高感度及び高出力の薄膜磁気ヘッドが要求されている。このような要求に答えるものとして、GMRを呈するセンサの1つであるスピンバルブを利用したMRセンサを再生ヘッドに用いたものが普及している。

【0004】スピンバルブの基本構造は、2つの強磁性体層を非磁性金属層で磁気的に分離してサンドイッチ構造とし、その一方の強磁性体層に反強磁性体層を積層することによってその界面で生じる交換バイアス磁界をこの一方の強磁性体層（磁化固定層、ピンド（pinned）層）に印加するようにしたものである。交換バイアス磁界を受ける磁化固定層と受けない他方の強磁性体層（磁化自由層、フリー（free）層）とでは磁化反転する磁界が異なるので、非磁性金属層を挟むこれら2つの強磁性体層の磁化の向きが平行、反平行と変化し、こ

れにより電気抵抗率が大きく変化するのでGMRが得られる。

【0005】この種の再生ヘッドの特性としては、バルクハウゼンノイズが小さいことが要求される。バルクハウゼンノイズを低減する方法として、MRセンサに対して長手方向にバイアス磁界（縦バイアス磁界）を印加することが行われている。MRセンサに対する縦バイアス磁界の印加は、例えばMRセンサの両側に、永久磁石や強磁性体層と反強磁性体層との積層体によって構成された縦バイアス発生層を配置することによって行われる。

【0006】しかしながら、MRセンサの両側に縦バイアス発生層を配置すると、この縦バイアス発生層に隣接するMRセンサの端部近傍に信号磁界を感知できない領域（不感領域）が生じる。これは、MRセンサの端部近傍の領域が、縦バイアス磁界によって磁化の方向が固定されるために生じるものである。このような縦バイアス発生層を有する構造において、リード電極層をMRセンサ上に重畳しないようにその両端部に配置した場合、センス電流が不感領域を通過することとなるので、再生ヘッドの出力電圧が低下する、及びMRセンサの端部に大きく現れるバルクハウゼンノイズの影響によって出力電圧が不安定となる等の問題が生じる。

【0007】このような不都合を解消するため、リード電極層をMRセンサの端部に部分的に重畳するようにオーバーラップ配置した構造が提案されている（特開平8-45037号公報、特開平9-282618号公報、特開平10-112562号公報、特開平11-31313号公報、特開2000-76629号公報、特開2000-228003号公報、特開2000-331316号公報）。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようにリード電極層をオーバーラップ配置した構造によると、オーバーラップした部分のMRセンサ出力への影響も無視することができなくなり、MRセンサの実効的な感知領域幅、即ち磁気ヘッドの場合に実効トラック幅がリード電極層の間隔よりも広がってしまうという大きな問題が発生する。

【0009】従って本発明の目的は、高い出力安定性を得ることができると共に実効的な感知領域幅の拡がりを防止することができるMRセンサ、このMRセンサを備えた薄膜磁気ヘッド、MRセンサの製造方法及び薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することにある。

【0010】本発明の他の目的は、製造が容易なMRセンサ、このMRセンサを備えた薄膜磁気ヘッド、MRセンサの製造方法及び薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、第1の反強磁性体層と、第1の反強磁性体層上に積層されてお

り第1の反強磁性体層との交換結合によりバイアス磁界が印加される磁化固定層と、磁化固定層上に積層された第1の非磁性金属層と、第1の非磁性金属層上に積層されており印加される信号磁界にตอบสนองして磁化方向が変化する磁化自由層と、磁化自由層上に積層された第2の非磁性金属層と、第2の非磁性金属層上にトラック幅に対応する間隔を隔てて積層されており導電性を有する1対の第2の反強磁性体層とを備えており、1対の第2の反強磁性体層の下方部分の磁化自由層と1対の第2の反強磁性体層とが交換結合しているMRセンサ及びこのMRセンサを備えた薄膜磁気ヘッドが提供される。

【0012】MR積層体を反強磁性体層（第1の反強磁性体層）が基板側に位置するボトムタイプ構造とする。磁化自由層上に非磁性金属層（第2の非磁性金属層）を設け、その上に導電性を有する1対の反強磁性体層（第2の反強磁性体層）を積層している。この1対の反強磁性体層は、リード電極として動作すると共にその下方にオーバーラップしている磁化自由層の端部領域と交換結合してその部分の磁化を固定する。その結果、磁化自由層のその部分が外部磁化に反応しないようになり、MR出力が安定し、しかも実効的な感知領域幅の拡がりを防止できる。

【0013】磁化自由層の上に非磁性金属層（第2の非磁性金属層）が積層されているため、リード電極である1対の反強磁性体層をイオンミリングでバターンニングする際に、この磁化自由層が削られてMR出力特性劣化が生じるような恐れが皆無となる。また、1対の反強磁性体層（第2の反強磁性体層）の下に非磁性金属層が設けられているため、この第2の反強磁性体層と第1の反強磁性体層とを同じ材料で形成した場合にも両者の温度特性が互いに異なることとなり、アニーリングの条件を適宜制御することにより、両者の磁化方向を別個の方向に制御することが可能となる。

【0014】第2の非磁性金属層が貴金属材料から成ることが好ましく、この貴金属材料がCu、Au又はAgから成ることがより好ましい。

【0015】第2の非磁性金属層の膜厚が、0.3～2nmであることが好ましく、0.3～1nmであることがより好ましい。

【0016】第2の反強磁性体層上に積層された導体層をさらに備えることが好ましい。この導体層も第2の反強磁性体層と共にリード電極として動作する。

【0017】本発明によれば、さらに、第1の反強磁性体層、第1の反強磁性体層との交換結合によりバイアス磁界が印加される磁化固定層、第1の非磁性金属層、印加される信号磁界にตอบสนองして磁化方向が変化する磁化自由層、第2の非磁性金属層及び導電性を有する第2の反強磁性体層を基板側から順次積層してMR積層体を形成するステップと、このMR積層体を所定形状にバターンニングするステップと、トラック幅に対応する間隔を隔て

て互いに対向するように第2の反強磁性体層をイオンミリングによりパターンニングするステップとを備えたMRセンサの製造方法及びこの製造方法によってMRセンサを形成する薄膜磁気ヘッドの製造方法が提供される。

【0018】磁化自由層の上に非磁性金属層（第2の非磁性金属層）が積層されているため、リード電極である1対の反強磁性体層（第2の反強磁性体層）をイオンミリングでパターンニングする際に、この磁化自由層が削られてMR出力特性劣化が生じるような恐れが皆無となる。また、1対の反強磁性体層の下に非磁性金属層が設けられているため、この第2の反強磁性体層と第1の反強磁性体層とを同じ材料で形成した場合にも両者の温度特性が互いに異なることとなり、アニーリングの条件を適宜制御することにより、両者の磁化方向を別個の方向に制御することが可能となる。

【0019】第2の非磁性金属層として貴金属材料を用いることが好ましく、この貴金属材料がCu、Au又はAgであることがより好ましい。

【0020】第2の非磁性金属層の膜厚を、0.3～2nmに形成することが好ましく、0.3～1nmに形成することがより好ましい。

【0021】MR積層体を形成するステップが、第2の反強磁性体層上に導電層をさらに形成するステップであることが好ましい。

【0022】パターンニングするステップが、第2の反強磁性体層上にマスクを形成するステップと、このマスクを介してイオンミリングを行うステップとを備えることも好ましい。

【0023】このマスクとして、Ta、Ru又はRh層から成るマスクを用いることが好ましい。この場合、マスクとして、第2の反強磁性体層の膜厚の約1/2～1/3の膜厚のマスクを用いることがより好ましい。このような薄いマスクを用いることにより、より狭小なパターンのイオンミリング可能となる。

【0024】マスクとして、 Al_2O_3 又は SiO_2 層から成るマスクを用いることも好ましい。この場合、マスクとして、第2の反強磁性体層の膜厚の約1/3～1/5の膜厚のマスクを用いることがより好ましい。このような薄いマスクを用いることにより、より狭小なパターンのイオンミリングが可能となる。

【0025】マスクをリアクティブイオンエッチング（RIE）法又はフォーカスドイオンビーム（FIB）法によって形成することが好ましい。

【0026】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一実施形態として、読出し用のMRセンサを有する再生ヘッドと書き込み用のインダクティブ素子を有する記録ヘッドとを備えた複合型薄膜磁気ヘッドの層構成を概略的に示す断面図であり、磁気ヘッドの浮上面（ABS）に垂直な方向から見た断面を表している。

【0027】図1において、10はスライダの主要部を構成する基板、11は基板10上に図示しない下地膜を介して形成されている下部シールド層、12は再生ヘッドの下部磁極層をも兼用する上部シールド層、13はシールドギャップ層（絶縁層）14及び15を介して下部シールド層11及び上部シールド層12間に、ABS10aに沿って伸長するように形成されたスピバルブMR積層体、16は上部磁極層、17は有機樹脂で構成された絶縁層18に取り囲まれているコイル導電層、19はギャップ層、20は保護層をそれぞれ示している。

【0028】下部磁極層12及び上部磁極層16の先端部は微小厚みのギャップ層19を隔てて対向するボール部12a及び16aを構成しており、これらボール部12a及び16aにおいて書き込みが行われる。ヨーク部を構成する下部磁極層12及び上部磁極層16のボール部12a及び16aとは反対側はバックギャップ部であり、磁気回路を完成するように互いに結合されている。コイル導電層17は、絶縁層18上に、ヨーク部の結合部のまわりを渦巻状に回るように形成されている。

【0029】図2は図1の実施形態におけるスピバルブMRセンサ部分の層構成を概略的に示す断面図であり、磁気ヘッドのABS10a方向から見た断面を表している。

【0030】同図に示すように、MR積層体13は、下部のシールドギャップ層14上に下地層130を介して形成されている第1の反強磁性体層131と、その上に積層されており、第1の反強磁性体層131との交換結合によりバイアス磁界が印加される磁化固定層132と、磁化固定層132上に積層された第1の非磁性金属層133と、非磁性金属層133上に積層されており、印可される信号磁界に応答して磁化方向が変化する磁化自由層134とから主として構成されている。

【0031】磁化自由層134の上には、第2の非磁性金属層21が積層されており、この第2の非磁性金属層21上には、導電性の1対の第2の反強磁性体層22が積層されている。これら1対の第2の反強磁性体層22は、リード電極を構成しており従ってトラック幅に対応する間隔を隔てて位置するようにパターンニングされている。第2の反強磁性体層22上には、Ta層23及び絶縁層24がそれぞれ積層されている。

【0032】本実施形態においては、下地膜130としてNiCr（4nm）、第1の反強磁性体層131としてPtMn（15nm）、磁化固定層132としてCoFe（1.5nm）、Ru（0.8nm）及びCoFe（2nm）の3層構造、第1の非磁性金属層133としてCu（2nm）、磁化自由層134としてCoFe（1nm）及びNiFe（3nm）の2層構造、第2の非磁性金属層21としてCu（xnm）、第2の反強磁性体層22としてPtMn（10nm）、Ta層23（1nm）及び絶縁層24として Al_2O_3 （8nm）

が使用されている。

【0033】本実施形態における第1の反強磁性体層131、磁化固定層132、第1の非磁性金属層133及び磁化自由層134の構成材料及び膜厚は、上述したものに限定されることなく、種々の材料及び膜厚が適用可能である。また、磁化固定層132及び磁化自由層134は、3層構造及び2層構造の他に、単層構造又はその他の層数の多層構造を採用することもできる。

【0034】第2の反強磁性体層22としては、PtMnの他に、NiMn、IrMn、RuRhMn及びその他の材料を使用することができ、また膜厚も上述した値に限定されない。

【0035】第2の非磁性金属層21としては、Cuの他に例えばAu又はAg等の貴金属材料を使用することができる。この第2の非磁性金属層21の膜厚としては、0.3～2nmが好ましく、0.3～1nmがより好ましい。

【0036】この第2の非磁性金属層21は、リード電極である第2の反強磁性体層22をイオンミリングでパターンニングする際に、その下の磁化自由層134が削られてダメージを受け、MR出力特性劣化が生じないように保護するため、及び第2の反強磁性体層22と第1の反強磁性体層131とを同じ材料で形成した場合にも両者の温度特性を互いに異ならせるために設けられている。

【0037】このように両反強磁性体層の温度特性を異ならせることにより、アニーリングの条件を適宜制御す

れば、両者の交換結合を別個に制御することが可能となる。以下この点について実際の実験結果から説明する。

【0038】図3(A)に示すような積層構造を有する多層膜について、磁化方向及び温度条件を変えて2回の交換結合のためのアニーリングを行った。この多層膜の積層構造及び膜厚は、Ta(5nm)/CoFe(1nm)/NiFe(4nm)/Cu(xnm)/PtMn(24nm)/Ta(5nm)であり、Cuの膜厚を変えた。CoFe/NiFeが磁化自由層134又は磁化固定層132に対応し、Cuが第2の非磁性金属層21に対応し、PtMnが第2の反強磁性体層22又は第1の反強磁性体層131に対応している。なお、本明細書中において、元素間の「/」なる表示は、両元素が上下に積層されていることを表している。例えば「Ta/CoFe」なる記載は、Ta層とCoFe層とがTa層が下(基板側)になるように積層されていることを表している。

【0039】1回目のアニーリングとしては、図3(B)に示すように積層方向と平行に3kOeの磁界を印加し、250℃の温度を5時間維持した。2回目のアニーリングとしては、図3(C)に示すように積層方向と垂直に200Oeの磁界を印加し、210℃の温度を2時間維持した。

【0040】その結果が表1及び図4に示されている。

【0041】

【表1】

Cu層の膜厚 (nm)	1回目のアニーリングによって得られた 交換結合磁界(Oe)	2回目のアニーリングによって得られた 交換結合磁界(Oe)
0	512	94
0.3	431	403
0.5	381	359
0.8	310	299
1.0	275	267
1.5	152	146
2.0	65	56

【0042】1回目のアニーリングによって得られた交換結合によるバイアス磁界 H_{ex-1} は、Cu層が無い場合が最も大きく、Cu層の膜厚が大きくなるにつれてその膜厚に依存して減少している。これに対して、2回目のアニーリングによって得られた交換結合によるバイアス磁界 H_{ex-2} は、Cu層が無い場合に、積層方向と垂直方向のバイアス磁界 H_{ex-2} が実質的に得られていない。これは、Cu層が無く反強磁性体層と強磁性体層とが直接的に接している場合は、1回目のアニーリングによって得られた交換結合によるバイアス磁界 H_{ex-1} が2回目のアニーリングによっても消失しないことを示している。即ち、磁化固定層132と第1の反強磁性体層131とは直接的に接しているため、その1回目のアニーリングによるバイアス磁界 H_{ex-1} は、2回目のアニーリングによっても消失しない。これに対し

て、磁化自由層134と第2の反強磁性体層22との間においては、Cu層、即ち第2の非磁性金属層21が存在するため、2回目のアニーリングを行えば、その積層方向と垂直方向のバイアス磁界 H_{ex-2} が得られることになる。

【0043】図4からも、Cu層、即ち第2の非磁性金属層21の膜厚は、0.3～2nm程度が好ましく、0.3～1nm程度がより好ましいことが分かる。

【0044】次に、磁化自由層134と第2の反強磁性体層22との間の交換結合バイアス磁界 H_{ex} の第2の反強磁性体層22及び第2の非磁性金属層21の膜厚依存性について説明する。以下の表2～表7は、第2の非磁性金属層21としてCu、Au及びAgをそれぞれ用い、第2の反強磁性体層22として規則系合金であるPtMn及び不規則系合金であるIrMnを用いた場合の

交換結合バイアス磁界Hexの膜厚依存性を示している。磁化自由層としては、CoFe (1 nm) / NiFe (4 nm) を用いている。

【0045】

【表2】

		交換結合バイアス磁界 Hex (Oe)						
Cuの膜厚 PtMn 膜厚 (nm)		0	0.3	0.5	0.8	1.0	1.5	2.0
24		93.5	402.9	358.7	288.2	266.9	146.2	66.1
21		85.1	366.5	326.3	272.2	242.8	133.0	51.0
18		71.2	306.7	273.1	237.8	203.2	111.3	42.7
15		48.7	209.7	186.7	155.7	138.9	76.1	29.2
12		24.3	104.8	93.3	77.9	69.5	38.0	14.6
9		10.7	45.9	40.9	34.1	30.4	16.7	6.4
6		4.2	18.2	16.2	13.5	12.1	6.6	2.5

【0046】

【表3】

		交換結合バイアス磁界 Hex (Oe)						
Cuの膜厚 IrMn 膜厚 (nm)		0	0.3	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0
12		299.2	108.2	96.3	80.3	71.7	41.8	15.1
10		272.2	98.4	87.6	73.1	65.2	35.7	13.7
8		227.8	82.4	73.9	61.2	54.6	29.9	11.5
6		155.7	56.3	50.1	41.8	37.3	20.4	7.8
4		77.9	28.1	25.1	20.9	18.6	10.2	3.9

【0047】

【表4】

		交換結合バイアス磁界 Hex (Oe)						
Auの膜厚 PtMn 膜厚 (nm)		0	0.3	0.5	0.8	1.0	1.5	2.0
24		93.5	523.8	466.3	389.0	347.0	190.1	72.9
21		85.1	476.5	424.2	353.8	315.6	172.9	66.3
18		71.2	398.7	355.0	296.1	264.1	144.7	55.5
15		48.7	272.6	242.7	202.4	180.6	98.9	38.0
12		24.3	136.8	121.3	101.2	90.3	49.5	19.0
9		10.7	59.7	53.1	44.3	39.5	21.7	8.3
6		4.2	23.7	21.1	17.6	15.7	8.6	3.3

【0048】

【表5】

		交換結合バイアス磁界 Hex (Oe)						
Auの膜厚 IrMn 膜厚 (nm)		0	0.3	0.5	0.8	1.0	1.5	2.0
12		299.2	135.0	119.4	99.6	88.9	51.9	18.7
10		272.2	122.0	110.0	88.0	80.8	44.3	17.0
8		227.8	105.0	90.9	75.8	69.0	38.0	14.2
6		155.7	69.8	62.2	51.8	45.2	27.3	8.5
4		77.9	34.9	31.1	27.2	23.1	12.7	4.9

【0049】

【表6】

		交換結合バイアス磁界 Hex (Oe)						
Agの膜厚 PtMn 膜厚 (nm)		0	0.3	0.5	0.8	1.0	1.5	2.0
24		93.5	785.7	699.5	583.4	520.5	285.1	109.4
21		85.1	716.3	641.0	530.7	473.4	259.3	99.5
18		71.2	698.1	582.6	444.2	401.4	217.0	83.3
15		48.7	408.9	368.0	303.6	270.9	144.7	56.9
12		24.3	209.0	182.0	151.8	136.0	74.2	29.4
9		10.7	92.4	81.2	66.5	63.7	33.7	12.5
6		4.2	37.2	31.6	26.3	23.5	13.2	4.9

【0050】

【表7】

Agの膜厚 (nm) IrMn 膜厚(nm)		交換結合バイアス磁界 H e x (Oe)						
		0	0.3	0.5	0.8	1.0	1.5	2.0
12		299.2	201.2	179.1	149.4	133.8	77.8	28.0
10		272.2	183.0	163.9	135.9	124.2	66.4	25.5
8		227.8	162.1	136.4	116.8	101.5	55.6	21.3
6		155.7	107.3	93.2	77.8	71.2	38.0	14.6
4		77.9	52.4	46.6	38.9	34.7	21.3	7.3

【0051】交換結合バイアス磁界H_{ex}としては、磁気メディアからの磁界より大きな400e以上は必要であり、表2～表7において、数値を太線で表した部分が実用領域となる。例えば、第2の非磁性金属層21がCuでありかつ第2の反強磁性体層22がPtMnの場合、PtMn層の膜厚が18～20nmのときはCu層の膜厚が20nm以下で、PtMn層の膜厚が15nmのときはCu層の膜厚が15nm以下で、PtMn層の膜厚が12nmのときはCu層の膜厚が3～10nmで、PtMn層の膜厚が9nmのときはCu層の膜厚が3～5nmで400e以上の交換結合バイアス磁界H_{ex}が得られることとなる。MRセンサを製造する場合、PtMn層の膜厚がより薄く、Cu層の膜厚がより厚い方が製造工程は、容易となる。

【0052】図5及び図6は、本実施形態におけるMRセンサの製造工程を概略的に説明する断面図及び平面図を示している。右側に示した各平面図は積層方向から見た平面を表しており、左側に示した各断面図は対応する平面図のA-A線から見た断面を表している。以下、図5及び図6を参照して本実施形態のMRセンサの製造方法を説明する。

【0053】まず、図5(A)に示すように、Al₂O₃層で形成される下部のシールドギャップ層14上に、下地膜130としてNiCr層(4nm)、第1の反強磁性体層131としてPtMn層(15nm)、磁化固定層132としてCoFe層(1.5nm)、Ru層(0.8nm)及びCoFe層(2nm)の3層、第1の非磁性金属層133としてCu層(2nm)、磁化自由層134としてCoFe層(1nm)及びNiFe層(3nm)の2層、第2の非磁性金属層21としてCu層(xnm)、第2の反強磁性体層22としてPtMn層(10nm)、Ta層23(1nm)及び絶縁層24としてAl₂O₃層(8nm)をこの順序で順次成膜する。

【0054】次いで、図5(B)に示すように、MR積層体及びリード電極の形状に対応するパターンを有するフォトレジストパターン層50をAl₂O₃層24上に形成し、図5(C)に示すようにこのパターン層50をマスクとして用いてイオンミリングを行い、MR積層体等をパターンニングする。

【0055】次いで、図5(D)に示すように、このフォトレジストパターン層50の上からAl₂O₃層51を成膜した後、図5(E)に示すようにフォトレジスト

パターン層50を除去する(リフトオフする)。

【0056】その後、図6(A)に示すように、第2の反強磁性体層22'のパターニング用マスクを作成するためのフォトレジストパターン層52をAl₂O₃層24'及びAl₂O₃層51上に形成し、図6(B)に示すようにこのパターン層52を用いてRIEを行ってAl₂O₃層24'によるマスク24を作成する。Al₂O₃エッチング用の反応性ガスとしては、CF₄を用いる。

【0057】次いで、図6(C)に示すように、O₂のアッシングによりフォトレジストパターン層52を剥離除去する。

【0058】次いで、マスク24を用いてイオンミリングを行うことによりTa層23'及び第2の反強磁性体層22'をパターンニングする。これによって、図6

(D)に示すように、1対のTa層23及びリード電極を構成しておりトラック幅に対応する間隔を隔てて位置するようにパターンニングされた1対の第2の反強磁性体層22を得る。この場合、第2の反強磁性体層22'の下に第2の非磁性金属層21としてのCu層が設けられているため、イオンミリングによって磁化自由層134が削られてダメージを受けるような不都合が無い。

【0059】その後、図6(E)に示すように、スルーホール53の形成、スルーホール導体の形成等を行った後、上部のシールドギャップ層14及び上部シールド層12を形成し、その上にインダクティブ素子を公知の方法で作成する。

【0060】上述したように本実施形態においては、第2の反強磁性体層22'としてPtMn層が、そのパターンニング用マスク24としてAl₂O₃層が用いられている。Al₂O₃のPtMnに対するミリングレート比が3～5倍であるため、その膜厚は第2の反強磁性体層22'の膜厚の約1/3～1/5とすることが望ましい。このような薄いマスクを用いることにより、より狭小なパターンのイオンミリング可能となる。

【0061】第2の反強磁性体層としては、PtMnの他に、例えばNiMn、IrMn及びRuRhMnが適用可能であり、そのパターンニング用マスクとしてはAl₂O₃の他に、例えばTa、Ru、Rh及びSiO₂が適用可能である。

【0062】表8には、これら各種材料のミリングレートをそのミリング条件を変えて測定した結果が示されている。

【0063】

【表8】

材料		ミリングレート (nm/sec)	
		第1の条件	第2の条件
マスク	Ta	0.11	0.14
	Ru	0.14	0.19
	Rh	0.16	0.21
	SiO ₂	0.07	0.11
	Al ₂ O ₃	0.05	0.08
第2の 反強磁 性体	PtMn	0.23	0.33
	NiMn	0.25	0.36
	IrMn	0.27	0.36
	RuRhMn	0.29	0.38

【0064】第1の条件としては、RF出力：250 W、加速電圧：60 V、ビーム電流：0.14 A、ビーム電圧：370 V、圧力7.6E-4 Torrであり、第2の条件としては、RF出力：320 W、加速電圧：70 V、ビーム電流：0.18 A、ビーム電圧：445 V、圧力7.6E-4 Torrである。

【0065】ミリング条件を変えることで、ミリングレートは変動しているが、各材料間のレート比はほぼ一定となった。SiO₂のミリングレート比が3～5倍であるため、その膜厚は第2の反強磁性体層22'の膜厚の約1/3～1/5とすることが望ましい。また、Ta、Ru、Rhのミリングレート比が2～3倍であるため、その膜厚は第2の反強磁性体層22'の膜厚の約1/2～1/3とすることが望ましい。このような薄いマスクを用いることにより、より狭小なパターンのイオンミリング可能となる。

【0066】図7及び図8は、本発明の他の実施形態におけるMRセンサの製造工程を概略的に説明する断面図及び平面図を示している。右側に示した各平面図は積層方向から見た平面を表しており、左側に示した各断面図は対応する平面図のA-A線から見た断面を表している。以下、図7及び図8を参照して本実施形態のMRセンサの製造方法を説明する。

【0067】まず、図7(A)に示すように、Al₂O₃層で形成される下部のシールドギャップ層14上に、下地膜130としてNiCr層(4 nm)、第1の反強磁性体層131としてPtMn層(15 nm)、磁化固定層132としてCoFe層(1.5 nm)、Ru層(0.8 nm)及びCoFe層(2 nm)の3層、第1の非磁性金属層133としてCu層(2 nm)、磁化自由層134としてCoFe層(1 nm)及びNiFe層(3 nm)の2層、第2の非磁性金属層21としてCu層(x nm)、第2の反強磁性体層22'としてPtMn層(10 nm)、Ta層23'(1 nm)及び絶縁層24'としてAl₂O₃層(8 nm)をこの順序で順次成膜する。

【0068】次いで、図7(B)に示すように、MR積層体及びリード電極の形状に対応するパターンを有する

フォトレジストパターン層50をAl₂O₃層24上に形成し、図7(C)に示すようにこのパターン層50をマスクとして用いてイオンミリングを行い、MR積層体等をパターニングする。

【0069】次いで、図7(D)に示すように、このフォトレジストパターン層50の上からAl₂O₃層51を成膜した後、図7(E)に示すようにフォトレジストパターン層50を除去する(リフトオフする)。

【0070】その後、図8(A)に示すように、FIBを行ってAl₂O₃層24'によるマスク24を作成する。

【0071】次いで、マスク24を用いてイオンミリングを行うことによりTa層23'及び第2の反強磁性体層22'をパターニングする。これによって、図8(B)に示すように、1対のTa層23及びリード電極を構成しておりトラック幅に対応する間隔を隔てて位置するようにパターニングされた1対の第2の反強磁性体層22を得る。この場合、第2の反強磁性体層22'の下に第2の非磁性金属層21としてのCu層が設けられているため、イオンミリングによって磁化自由層134が削られてダメージを受けるような不都合が無い。

【0072】その後、図8(C)に示すように、スルーホール53の形成、スルーホール導体の形成等を行った後、上部のシールドギャップ層14及び上部シールド層12を形成し、その上にインダクティブ素子を公知の方法で作成する。

【0073】本実施形態においても、第2の反強磁性体層22'としてPtMn層が、そのパターニング用マスク24としてAl₂O₃層が用いられている。Al₂O₃のPtMnに対するミリングレート比が3～5倍であるため、その膜厚は第2の反強磁性体層22'の膜厚の約1/3～1/5とすることが望ましい。このような薄いマスクを用いることにより、より狭小なパターンのイオンミリング可能となる。

【0074】第2の反強磁性体層としては、PtMnの他に、例えばNiMn、IrMn及びRuRhMnが適用可能であり、そのパターニング用マスクとしてはAl₂O₃の他に、例えばTa、Ru、Rh及びSiO₂が適用可能であることは、先の実施形態の場合と同様であり、さらにこれらマスクの膜厚についても同様である。

【0075】以上述べた実施形態の変形態様として、スピバルブMR積層体13の磁化自由層134のトラック幅方向の両端部に、この磁化自由層134の磁区を制御するための縦バイアス磁界発生手段、例えば永久磁石、又は強磁性体層と交換結合用の第3の反強磁性体層との積層体を密着して設けても良い。

【0076】さらに、第2の反強磁性体層22及びTa層23の上に、同じパターンの導体層を付加的に設けこの導体層及び第2の反強磁性体層22の両者でリード電極を構成しても良いことは明らかである。

【0077】付加的に設ける導体層を、第2の反強磁性体層22を越えて形成し、磁化自由層134上に部分的に積層されるオーバーラップ配置した構造としても良い。この場合のオーバーラップ量は、先に述べた公知のオーバーラップ構造のオーバーラップ量(0.1 μ m程度)に比して小さいため(0.4~0.5 μ m程度)、MRセンサの実効的な感知領域幅がリード電極の間隔よりも広がってしまうような不都合は生じない。

【0078】以上述べた実施形態は全て本発明を例示的に示すものであって限定的に示すものではなく、本発明は他の種々の変形態様及び変更態様で実施することができる。従って本発明の範囲は特許請求の範囲及びその均等範囲によってのみ規定されるものである。

【0079】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本発明によれば、MR積層体を反強磁性体層(第1の反強磁性体層)が基板側に位置するボトムタイプ構造とする。磁化自由層上に非磁性金属層(第2の非磁性金属層)を設け、その上に導電性を有する1対の反強磁性体層(第2の反強磁性体層)を積層している。この1対の反強磁性体層は、リード電極として動作すると共にその下方にオーバーラップしている磁化自由層の端部領域と交換結合してその部分の磁化を固定する。その結果、磁化自由層のその部分が外部磁化に反応しないようになり、MR出力が安定し、しかも実効的な感知領域幅の広がりを防止できる。

【0080】さらに、磁化自由層の上に非磁性金属層(第2の非磁性金属層)が積層されているため、リード電極である1対の反強磁性体層をイオンミリングでパターンニングする際に、この磁化自由層が削られてMR出力特性劣化が生じるような恐れが皆無となる。また、1対の反強磁性体層(第2の反強磁性体層)の下に非磁性金属層が設けられているため、この第2の反強磁性体層と第1の反強磁性体層とを同じ材料で形成した場合にも両者の温度特性が互いに異なることとなり、アニーリングの条件を適宜制御することにより、両者の磁化方向を別個の方向に制御することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態として、読出し用のMRセンサを有する再生ヘッドと書き込み用のインダクティブ素子を有する記録ヘッドとを備えた複合型薄膜磁気ヘッド

の層構成を概略的に示す断面図である。

【図2】図1の実施形態におけるスピンバルブMRセンサ部分の層構成を概略的に示す断面図である。

【図3】Cu層を設けることにより反強磁性体層による交換結合を別個に制御できることを説明するための図である。

【図4】Cu層の膜厚に対する交換結合による磁界を表すグラフである。

【図5】図1の実施形態におけるMRセンサの製造工程を概略的に説明する断面図及び平面図を示している。

【図6】図1の実施形態におけるMRセンサの製造工程を概略的に説明する断面図及び平面図を示している。

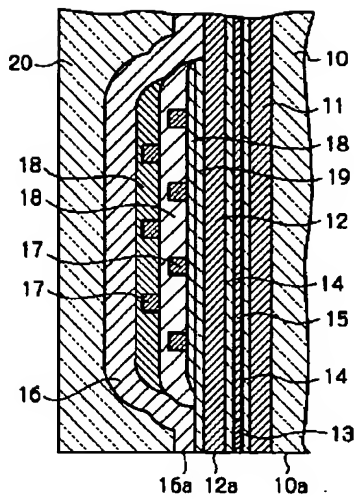
【図7】本発明の他の実施形態におけるMRセンサの製造工程を概略的に説明する断面図及び平面図を示している。

【図8】本発明の他の実施形態におけるMRセンサの製造工程を概略的に説明する断面図及び平面図を示している。

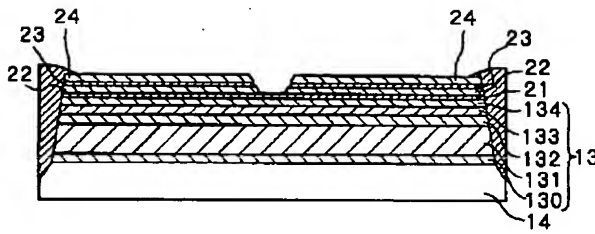
【符号の説明】

- 10 基板
- 11 下部シールド層
- 12 上部シールド層
- 12a、16a ボール部
- 13 スピンバルブMR積層体
- 14、15、18、24 絶縁層
- 16 上部磁極層
- 17 コイル導電層
- 19 ギャップ層
- 20 保護層
- 21 第2の非磁性金属層
- 22 第2の反強磁性体層
- 23 Ta層
- 50、52 フォトリジストパターン層
- 51 Al₂O₃層
- 53 スルーホール
- 130 下地層
- 131 第1の反強磁性体層
- 132 磁化固定層
- 133 第1の非磁性金属層
- 134 磁化自由層

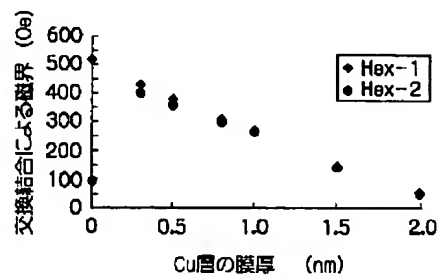
【図1】



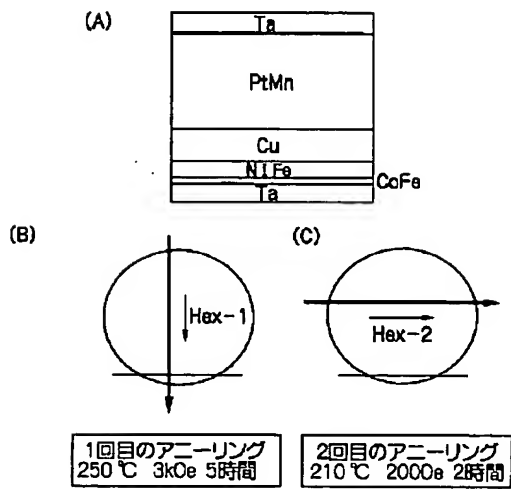
【図2】



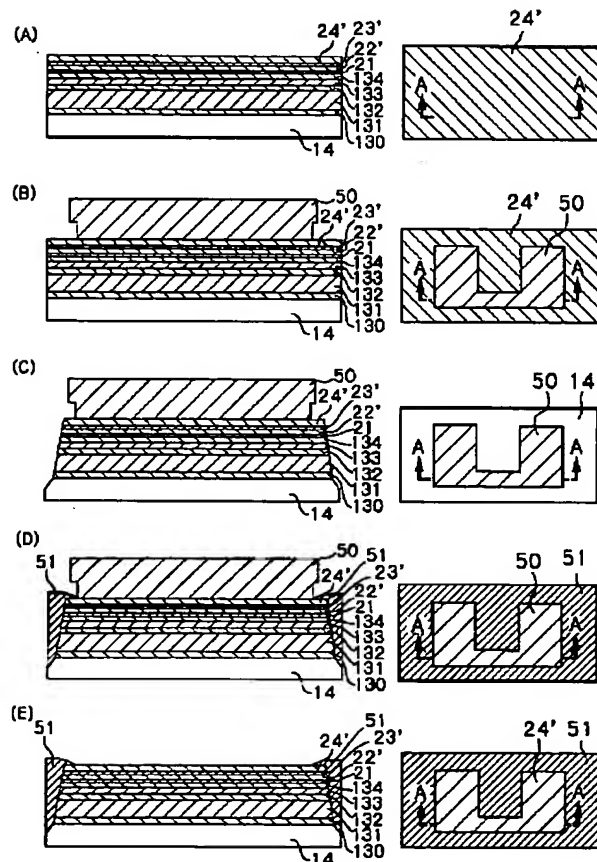
【図4】



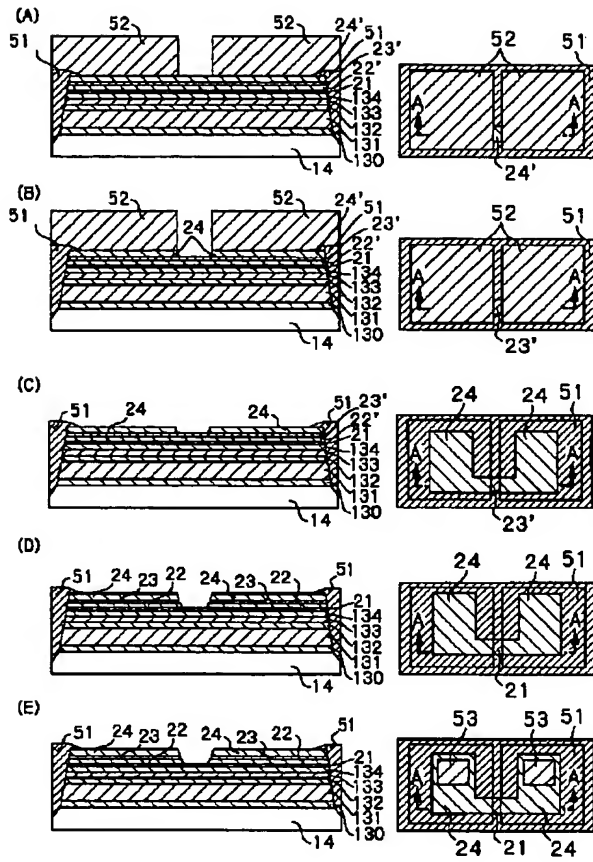
【図3】



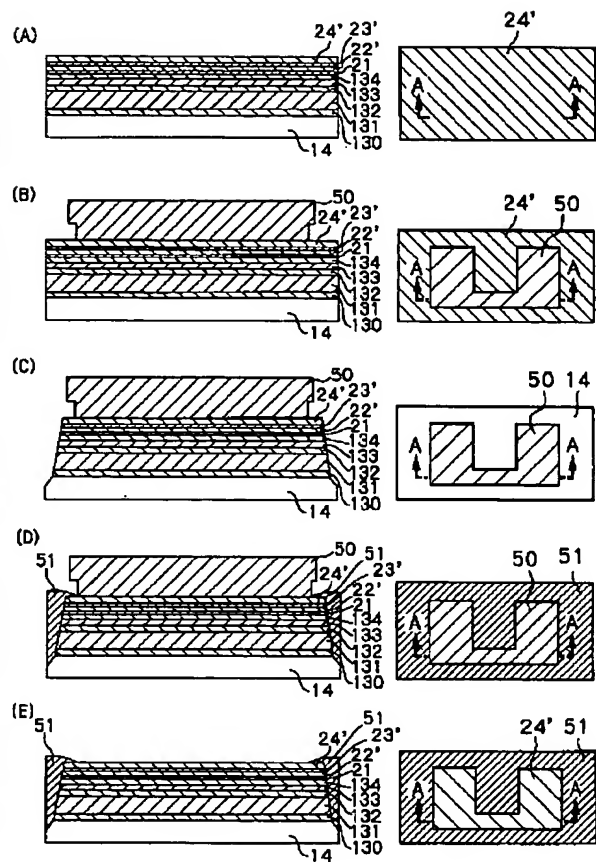
【図5】



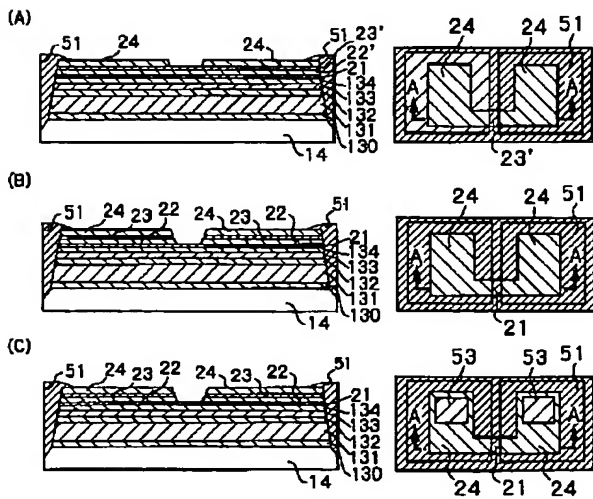
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーム (参考)
H 0 1 L 43/12		G 0 1 R 33/06	R
(72)発明者 竹尾 建治		F ターム (参考)	2G017 AA01 AB07 AC09 AD55 AD65
東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー			5D034 BA04 BA05 BA12 CA08 DA05
ディーケイ株式会社内			DA07
			5E049 BA12 BA16 CB02 DB12

Machine Translation of JP 2002-368305

DETAILED DESCRIPTION [Detailed Description of the Invention] [0001] [The technical field to which invention belongs] This invention relates to the manufacture method of the thin film magnetic head equipped with the magneto-resistive effect (MR) sensor using giant magneto-resistance (GMR), such as the spin bulb effect, and this MR sensor for magnetic recorder and reproducing devices, such as a hard disk drive unit (HDD), and MR sensor, and the manufacture method of the thin film magnetic head. [0002] [Description of the Prior Art] The compound-die thin film magnetic head of the structure which carried out the laminating of the reproducing head which has, MR sensor, i.e., MR element, for read-out, and the recording head which has an inductive element for writing as the thin film magnetic head is used widely. [0003] In recent years, in connection with the densification of HDD, high sensitivity and the thin film magnetic head of high power are demanded. What used for the reproducing head MR sensor using the spin bulb which is one of the sensors which present GMR as what replies to such a demand has spread. [0004] It is made to impress the exchange bias magnetic field produced in that interface to the ferromagnetic layer (the magnetization fixed bed, PINDO (pinned) layer) of one of these by the basic structure of a spin bulb separating two ferromagnetic layers magnetically in a non-magnetic metal layer, making them sandwich structure, and carrying out the laminating of the antiferromagnetic substance layer to the ferromagnetic layer of one of these. Since the sense of magnetization of these [whose non-magnetic metal layer is pinched since the magnetic fields which carry out flux reversal in the magnetization fixed bed which receives an exchange bias magnetic field, and the ferromagnetic layer (a magnetization free layer, free (free) layer) of another side which is not received differ] two ferromagnetic layers changes with parallel and anti-parallel and electrical resistivity changes a lot by this, GMR is obtained. [0005] It is required as a property of this kind of reproducing head that a Barkhausen noise should be small. Impressing a bias magnetic field (vertical bias magnetic field) to a longitudinal direction to MR sensor as a method of reducing a Barkhausen noise is performed. Impression of a vertical bias magnetic field to MR sensor is performed on both sides of for example, MR sensor by arranging the vertical bias generating layer constituted by the layered product of a permanent magnet, a ferromagnetic layer, and an antiferromagnetic substance layer. [0006] However, if a vertical bias generating layer is arranged on both sides of MR sensor, the field (insensible field) which cannot sense a signal magnetic field near the edge of MR sensor which adjoins this vertical bias generating layer will be generated. Since the direction of magnetization of the field near the edge of MR sensor by the vertical bias magnetic field is fixed, this is produced. In the structure of having such a vertical bias generating layer, since sense current will pass through an insensible field when it has arranged to the both ends so that a lead electrode layer may not be superimposed on MR sensor, problems, like the output voltage of the reproducing head declines and becomes unstable [output voltage] under the effect of a Barkhausen noise which appears greatly in the edge of MR sensor arise. [0007] In order to cancel such un-arranging, the structure which carried out overlap arrangement so that a lead electrode layer might be partially superimposed on the edge of MR sensor is proposed (JP,8-45037,A, JP,9-282618,A, JP,10-112562,A, JP,11-31313,A, JP,2000-76629,A, JP,2000-228003,A, JP,2000-331316,A). [0008] [Problem(s) to be Solved by the Invention] However, according to the structure which carried

out overlap arrangement of the lead electrode layer in this way, it becomes impossible to also disregard the effect of MR sensor output on the overlapped portion, and the big problem that the effective width of recording track will spread rather than the gap of a lead electrode layer in the case of the effectual sensing field width of face of MR sensor, i.e., the magnetic head, occurs. [0009] Therefore, the purpose of this invention is to offer the manufacture method of MR sensor which can prevent the flare of effectual sensing field width of face, the thin film magnetic head equipped with this MR sensor, and MR sensor, and the manufacture method of the thin film magnetic head while being able to acquire high output stability. [0010] Other purposes of this invention have manufacture in offering the manufacture method of easy MR sensor, the thin film magnetic head equipped with this MR sensor, and MR sensor, and the manufacture method of the thin film magnetic head. [0011] [Means for Solving the Problem] The magnetization fixed bed by which according to this invention the laminating is carried out and a bias magnetic field is impressed by switched connection with the 1st antiferromagnetic substance layer on the 1st antiferromagnetic substance layer and the 1st antiferromagnetic substance layer, A magnetization free layer from which a signal magnetic field which the laminating is carried out on the 1st non-magnetic metal layer by which the laminating was carried out, and the 1st non-magnetic metal layer, and is impressed on the magnetization fixed bed is answered, and the magnetization direction changes, It has 2nd 1 to antiferromagnetic substance layer which separates a gap corresponding to the width of recording track, and the laminating is carried out on the 2nd non-magnetic metal layer by which the laminating was carried out on a magnetization free layer, and the 2nd non-magnetic metal layer, and has conductivity. The thin film magnetic head equipped with MR sensor in which a magnetization free layer of a lower part portion of 2nd 1 to antiferromagnetic substance layer and 2nd 1 to antiferromagnetic substance layer are carrying out switched connection, and this MR sensor is offered. [0012] An antiferromagnetic substance layer (1st antiferromagnetic substance layer) makes MR layered product bottom type structure where it is located in a substrate side. A non-magnetic metal layer (2nd non-magnetic metal layer) is prepared on a magnetization free layer, and the laminating of one pair of antiferromagnetic substance layers (2nd antiferromagnetic substance layer) which have conductivity on it is carried out. Switched connection of them is carried out to an edge field of that magnetization free layer overlapped caudad, and one pair of these antiferromagnetic substance layers fix magnetization of that portion while they operate as a lead electrode. Consequently, the portion of a magnetization free layer ceases to react to external magnetization, MR output is stabilized, and, moreover, a flare of effectual sensing field width of face can be prevented. [0013] Since the laminating of the non-magnetic metal layer (2nd non-magnetic metal layer) is carried out on a magnetization free layer, in case patterning of one pair of antiferromagnetic substance layers which are lead electrodes is carried out by ion milling, a possibility that this magnetization free layer may be deleted and MR output-characteristics deterioration may arise becomes that there is nothing. Moreover, since a non-magnetic metal layer is prepared in the bottom of one pair of antiferromagnetic substance layers (2nd antiferromagnetic substance layer), When this 2nd antiferromagnetic substance layer and the 1st antiferromagnetic substance layer are formed with the same material, and both temperature characteristics will differ mutually and control conditions of annealing suitably, it becomes possible to control both magnetization direction in the separate direction. [0014] It is desirable that the 2nd non-magnetic metal layer consists of a noble-metals material, and it is

more desirable that this noble-metals material consists of Cu, Au, or Ag. [0015] It is desirable that thickness of the 2nd non-magnetic metal layer is 0.3-2nm, and it is more desirable that it is 0.3-1nm. [0016] It is desirable to have further a conductor layer by which the laminating was carried out on the 2nd antiferromagnetic substance layer. This conductor layer also operates as a lead electrode with the 2nd antiferromagnetic substance layer. [0017] The magnetization fixed bed to which a bias magnetic field is further impressed by switched connection with the 1st antiferromagnetic substance layer and the 1st antiferromagnetic substance layer according to this invention, A step which carries out the laminating of the 2nd antiferromagnetic substance layer which has the 1st non-magnetic metal layer, a magnetization free layer from which a signal magnetic field impressed is answered and the magnetization direction changes, the 2nd non-magnetic metal layer, and conductivity one by one from a substrate side, and forms MR layered product, A step which carries out patterning of this MR layered product to a predetermined configuration, A manufacture method of the thin film magnetic head which forms MR sensor by manufacture method of MR sensor equipped with a step which carries out patterning of the 2nd antiferromagnetic substance layer by ion milling so that a gap corresponding to the width of recording track may be separated and it may counter mutually, and this manufacture method is offered. [0018] Since the laminating of the non-magnetic metal layer (2nd non-magnetic metal layer) is carried out on a magnetization free layer, in case patterning of one pair of antiferromagnetic substance layers (2nd antiferromagnetic substance layer) which are lead electrodes is carried out by ion milling, a possibility that this magnetization free layer may be deleted and MR output-characteristics deterioration may arise becomes that there is nothing. Moreover, since a non-magnetic metal layer is prepared in the bottom of one pair of antiferromagnetic substance layers, when this 2nd antiferromagnetic substance layer and the 1st antiferromagnetic substance layer are formed with the same material, and both temperature characteristics will differ mutually and control conditions of annealing suitably, it becomes possible to control both magnetization direction in the separate direction. [0019] It is desirable to use a noble-metals material as 2nd non-magnetic metal layer, and it is more desirable that this noble-metals material is Cu, Au, or Ag. [0020] It is desirable to form thickness of the 2nd non-magnetic metal layer in 0.3-2nm, and forming in 0.3-1nm is more desirable. [0021] It is desirable that a step which forms MR layered product is a step which forms a conductor layer further on the 2nd antiferromagnetic substance layer. [0022] It is also desirable that a step which carries out patterning is equipped with a step which forms a mask on the 2nd antiferromagnetic substance layer, and a step which performs ion milling through this mask. [0023] It is desirable to use a mask which consists of Ta, Ru, or Rh layer as this mask. In this case, it is more desirable as a mask to use a mask of thickness of about $1/2 - 1/3$ of thickness of the 2nd antiferromagnetic substance layer. By using such a thin mask, ion milling of a narrower pattern becomes possible. [0024] It is also desirable to use as a mask a mask which consists of aluminum 2O₃ or SiO₂ two-layer. In this case, it is more desirable as a mask to use a mask of thickness of about $1/3 - 1/5$ of thickness of the 2nd antiferromagnetic substance layer. By using such a thin mask, ion milling of a narrower pattern becomes possible. [0025] a mask -- reactive ion etching (RIE) -- law or a focal DOION beam (FIB) -- forming by law is desirable. [0026] [Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the cross section showing roughly the lamination of the compound-die thin film magnetic head equipped with the reproducing head which has MR sensor for read-out, and the recording head which has an inductive element for writing as 1

operation gestalt of this invention, and expresses the cross section seen from the direction perpendicular to the surfacing side (ABS) of the magnetic head. [0027] The substrate with which 10 constitutes the principal part of a slider in drawing 1, the lower shield layer currently formed through the substrate film which does not illustrate 11 on a substrate 10, The up shield layer 12 also uses the lower magnetic pole layer of the reproducing head also [layer], and 13 mind the shield gap layers (insulating layer) 14 and 15. Between the lower shield layer 11 and the up shield layer 12 The coil conductive layer enclosed by the insulating layer 18 by which the formed spin bulb MR layered product and 16 were constituted from an up magnetic pole layer so that it might elongate along with ABS10a, and 17 was constituted from organic resin, and 19 show a gap layer, and 20 shows the protective layer, respectively. [0028] The point of the lower magnetic pole layer 12 and the up magnetic pole layer 16 constitutes the pole sections 12a and 16a which separate the gap layer 19 of minute thickness and counter, and writing is performed in these pole sections 12a and 16a. The opposite side is the back gap section in the pole sections 12a and 16a of the lower magnetic pole layer 12 which constitutes the yoke section, and the up magnetic pole layer 16, and it is mutually combined so that a magnetic circuit may be completed. The coil conductive layer 17 is formed so that it may turn around the bond part of the yoke section spirally on an insulating layer 18. [0029] Drawing 2 is the cross section showing roughly the lamination of the spin bulb MR sensor portion in the operation gestalt of drawing 1 , and expresses the cross section seen from [of the magnetic head] ABS10a. [0030] The 1st antiferromagnetic substance layer 131 by which the MR layered product 13 is formed through the substrate layer 130 on the lower shield gap layer 14 as shown in this drawing, The magnetization fixed bed 132 to which the laminating is carried out on it and a bias magnetic field is impressed by switched connection with the 1st antiferromagnetic substance layer 131, It mainly consists of the 1st non-magnetic metal layer 133 by which the laminating was carried out on the magnetization fixed bed 132, and a magnetization free layer 134 from which the signal magnetic field by which the laminating is carried out on the non-magnetic metal layer 133, and a seal of approval is carried out is answered, and the magnetization direction changes. [0031] On the magnetization free layer 134, the laminating of the 2nd non-magnetic metal layer 21 is carried out, and the laminating of the 2nd conductive 1 to antiferromagnetic substance layer 22 is carried out on this 2nd non-magnetic metal layer 21. These 2nd 1 to antiferromagnetic substance layer 22 constitutes the lead electrode, therefore patterning is carried out so that the gap corresponding to the width of recording track may be separated and it may be located. On the 2nd antiferromagnetic substance layer 22, the laminating of the Ta layer 23 and the insulating layer 24 is carried out, respectively. [0032] In this operation gestalt as NiCr (4nm) and 1st antiferromagnetic substance layer 131 as a substrate film 130 PtMn (15nm), As the magnetization fixed bed 132, CoFe (1.5nm), Ru (0.8nm), and the three-tiered structure of CoFe (2nm), As 1st non-magnetic metal layer 133, as Cu (2nm) and a magnetization free layer 134 CoFe (1nm) and the two-layer structure of NiFe (3nm), aluminum 2O3 (8nm) is used as Cu (xnm) and 2nd antiferromagnetic substance layer 22 as 2nd non-magnetic metal layer 21 as PtMn (10nm), the Ta layer 23 (1nm), and an insulating layer 24. [0033] The component and thickness of the 1st antiferromagnetic substance layer 131 in this operation gestalt, the magnetization fixed bed 132, the 1st non-magnetic metal layer 133, and the magnetization free layer 134 can apply various materials and thickness, without being limited to what was mentioned above. Moreover, the monolayer structure or the multilayer structure of other number of layerses other than a

three-tiered structure and two-layer structure can also be used for the magnetization fixed bed 132 and the magnetization free layer 134. [0034] It is not limited to the value which could use the material of NiMn, IrMn, RuRhMn, and others other than PtMn, and also mentioned thickness above as 2nd antiferromagnetic substance layer 22. [0035] As 2nd non-magnetic metal layer 21, noble-metals materials other than Cu, such as Au or Ag, can be used. As thickness of this 2nd non-magnetic metal layer 21, 0.3-2nm is desirable and 0.3-1nm is more desirable. [0036] In case this 2nd non-magnetic metal layer 21 carries out patterning of the 2nd antiferromagnetic substance layer 22 which is a lead electrode by ion milling The magnetization free layer 134 under it is deleted, and a damage is received, and it is prepared in order to protect so that MR output-characteristics deterioration may not arise, and in order [also when the 2nd antiferromagnetic substance layer 22 and the 1st antiferromagnetic substance layer 131 are formed with the same material,] to change both temperature characteristic mutually. [0037] Thus, if the conditions of annealing are suitably controlled by changing the temperature characteristic of both the antiferromagnetic substance layer, it will become possible to control both switched connection separately. It explains from an experimental result actual about this point below. [0038] About the multilayers which have a laminated structure as shown in drawing 3 (A), the magnetization direction and temperature conditions were changed and annealing for two switched connection was performed. The laminated structures and thickness of these multilayers are Ta (5nm)/CoFe(1nm)/NiFe(4nm)/Cu(xnm)/PtMn (24nm) / Ta (5nm), and changed the thickness of Cu. CoFe/NiFe corresponds to the magnetization free layer 134 or the magnetization fixed bed 132, Cu corresponds to the 2nd non-magnetic metal layer 21, and PtMn supports the 2nd antiferromagnetic substance layer 22 or the 1st antiferromagnetic substance layer 131. In addition, the display which it"/"/[between elements] Comes to set in this specification means that the laminating of both the elements is carried out up and down. "Ta/CoFe" Ta layer and the CoFe layer mean that the laminating is carried out so that, as for an unstated publication, Ta layer may turn down (substrate side). [0039] As 1st annealing, as shown in drawing 3 (B), the magnetic field of 3kOe(s) was impressed to the direction of a laminating, and parallel, and the temperature of 250 degrees C was maintained for 5 hours. As 2nd annealing, as shown in drawing 3 (C), the magnetic field of 200Oe(s) was impressed to the direction of a laminating, and the perpendicular, and the temperature of 210 degrees C was maintained for 2 hours. [0040] The result is shown in a table 1 and drawing 4 . [0041] [A table 1]

[0042] Depending on the thickness, it is decreasing as bias magnetic field Hex-1 by the switched connection obtained by the 1st annealing has the largest case where there is no Cu layer and the thickness of Cu layer becomes large. On the other hand, when bias magnetic field Hex-2 by the switched connection obtained by the 2nd annealing do not have Cu layer, bias magnetic field Hex-2 of the direction of a laminating and a perpendicular direction are not obtained substantially. This shows not disappearing by annealing whose bias magnetic field Hex-1 by the switched connection obtained by the 1st annealing is the 2nd time, either, when there is no Cu layer and the antiferromagnetic substance layer and the ferromagnetic layer have touched directly. That is, since the magnetization fixed bed 132 and the 1st antiferromagnetic substance layer 131 have touched directly, bias magnetic field Hex-1 by the 1st annealing does not disappear by the 2nd annealing, either. On the other hand, since the Cu layer 21, i.e., the 2nd

non-magnetic metal layer, exists between the magnetization free layer 134 and the 2nd antiferromagnetic substance layer 22, if annealing which is the 2nd time is performed, bias magnetic field Hex-2 of the direction of a laminating and perpendicular direction will be obtained. [0043] Also from drawing 4, the thickness of the Cu layer 21, i.e., the 2nd non-magnetic metal layer, is understood that about 0.3-2nm is desirable, and about 0.3-1nm is more desirable. [0044] Next, the thickness dependency of the 2nd antiferromagnetic substance layer 22 of the switched connection bias magnetic field Hex between the magnetization free layer 134 and the 2nd antiferromagnetic substance layer 22 and the 2nd non-magnetic metal layer 21 is explained. The following table 2 - a table 7 show the thickness dependency of the switched connection bias magnetic field Hex at the time of using IrMn which is PtMn and the irregular system alloy which are a regulation system alloy as 2nd antiferromagnetic substance layer 22, using Cu, Au, and Ag respectively as 2nd non-magnetic metal layer 21. CoFe(1nm)/NiFe (4nm) is used as a magnetization free layer. [0045] [A table 2]

[0046] [A table 3]

[0047] [A table 4]

[0048] [A table 5]

[0049] [A table 6]

[0050] [A table 7]

[0051] As a switched connection bias magnetic field Hex, 40 or more bigger Oes than the magnetic field from magnetic media are required, and the portion which expressed the numeric value with the thick wire serves as a practical use field in a table 2 - a table 7. For example, the 2nd non-magnetic metal layer 21 is Cu, and when the 2nd antiferromagnetic substance layer 22 is PtMn, and the thickness of a PtMn layer is 18-20nm, the thickness of Cu layer is 20nm or less. When the thickness of a PtMn layer is 15nm, the thickness of Cu layer is 15nm or less. When the thickness of a PtMn layer is 12nm, the thickness of Cu layer is 3-10nm, and when the thickness of a PtMn layer is 9nm, the switched connection bias magnetic field Hex of 40 or more Oes will be acquired for the thickness of Cu layer by 3-5nm. When manufacturing MR sensor, the thickness of a PtMn layer is more thin and the one where the thickness of Cu layer is thicker becomes easy [a manufacturing process]. [0052] Drawing 5 and drawing 6 show the cross section and plan which explain roughly the manufacturing process of MR sensor in this operation gestalt. Each plan shown in right-hand side expresses the plane seen from the laminating, and each cross section shown in left-hand side expresses the cross section seen from the A-A line of a corresponding plan. Hereafter, with reference to drawing 5 and drawing 6 , the manufacture method of MR sensor of this operation gestalt is explained. [0053] As shown in drawing 5 (A), first, on the aluminum₂O₃ shield gap layer 14 of the lower part formed by three layers As a substrate film 130, as a NiCr layer (4nm) and 1st antiferromagnetic substance layer 131 A PtMn layer (15nm), As the magnetization fixed bed 132, three layers (a CoFe layer (1.5nm), Ru layer (0.8nm), and a CoFe layer (2nm)), As 1st non-magnetic metal layer 133, as

Cu layer (2nm) and a magnetization free layer 134 Two-layer [of a CoFe layer (1nm) and a NiFe layer (3nm)], Sequential membrane formation of the 2O3 layers (8nm) of the aluminum is carried out in this sequence as 2nd non-magnetic metal layer 21 as PtMn layer (10nm) and Ta layer 23' (1nm) and insulating-layer 24' as Cu layer (xnm) and antiferromagnetic substance layer of ** 2nd 22'. [0054] Subsequently, as shown in drawing 5 (B), the photoresist patterned layer 50 which has a pattern corresponding to the configuration of MR layered product and a lead electrode is formed on aluminum2O three-layer 24, as shown in drawing 5 (C), ion milling is performed, using this patterned layer 50 as a mask, and patterning of the MR layered product etc. is carried out. [0055] Subsequently, as shown in drawing 5 (D), after forming 51 2O3 layers of aluminum from on this photoresist patterned layer 50, as shown in drawing 5 (E), the photoresist patterned layer 50 is removed (lift off is carried out). [0056] Then, as shown in drawing 6 (A), the photoresist patterned layer 52 for creating the mask for patterning of 2nd antiferromagnetic substance layer 22' is formed on aluminum2O3-layer 24' and aluminum2O three-layer 51, as shown in drawing 6 (B), RIE is performed using this patterned layer 52, and the mask 24 by aluminum2O three-layer 24' is created. CF4 is used as reactant gas for 2Oaluminum3 etching. [0057] Subsequently, as shown in drawing 6 (C), exfoliation removal of the photoresist patterned layer 52 is carried out by ashing of O2. [0058] Subsequently, patterning of Ta layer 23' and the 2nd antiferromagnetic substance layer 22' is carried out by performing ion milling using a mask 24. By this, as shown in drawing 6 (D), one pair of Ta layers 23 and a lead electrode are constituted, and the 2nd 1 to antiferromagnetic substance layer 22 by which patterning was carried out so that the gap corresponding to the width of recording track might be separated and it might be located is obtained. In this case, since Cu layer as 2nd non-magnetic metal layer 21 is prepared in the bottom of 2nd antiferromagnetic substance layer 22', there is no un-arranging [which the magnetization free layer 134 is deleted by ion milling, and receives a damage by it]. [0059] then, it is shown in drawing 6 (E) -- as -- formation of a through hole 53, and a through hole -- after performing formation of a conductor etc., the upside shield gap layer 14 and the upside up shield layer 12 are formed, and an inductive element is created by the well-known method on it. [0060] As mentioned above, in this operation gestalt, a PtMn layer is used as 2nd antiferromagnetic substance layer 22', and 2O3 layers of aluminum are used as the mask 24 for patterning. Since the milling rate ratio to PtMn of aluminum 2O3 is three to 5 times, as for the thickness, it is desirable to be referred to as 2nd about 1 / 3 - 1/5 of thickness. [of antiferromagnetic substance layer 22'] By using such a thin mask, the ion milling of a narrower pattern becomes possible. [0061] As 2nd antiferromagnetic substance layer, NiMn, IrMn, and RuRhMn other than PtMn can be applied, and Ta, Ru, Rh, and SiO2 other than aluminum 2O3 can be applied as the mask for patterning. [0062] The result of having changed the milling condition and having measured the milling rate of these various materials is shown in a table 8. [0063] [A table 8]

[0064] As the 1st condition, it is RF output:250W, acceleration voltage:60V, and beam current:0.14A, beam voltage:370V, and pressure 7.6E-4Torr, and they are RF output:320W, acceleration voltage:70V, and beam current:0.18A, beam voltage:445V, and pressure 7.6E-4Torr as the 2nd condition. [0065] Although the milling rate was changed by changing milling conditions, the rate ratio between each material became almost fixed. Since the milling rate ratio of SiO2 is three to 5 times, as for the thickness, it is desirable to be referred to as 2nd about 1

/ 3 - 1/5 of thickness. [of antiferromagnetic substance layer 22'] Moreover, since the milling rate ratio of Ta, Ru, and Rh is two to 3 times, as for the thickness, it is desirable to be referred to as 2nd about 1 / 2 - 1/3 of thickness. [of antiferromagnetic substance layer 22'] By using such a thin mask, the ion milling of a narrower pattern becomes possible. [0066] Drawing 7 and drawing 8 show the cross section and plan which explain roughly the manufacturing process of MR sensor in other operation gestalten of this invention. Each plan shown in right-hand side expresses the plane seen from the laminating, and each cross section shown in left-hand side expresses the cross section seen from the A-A line of a corresponding plan. Hereafter, with reference to drawing 7 and drawing 8 , the manufacture method of MR sensor of this operation gestalt is explained. [0067] As shown in drawing 7 (A), first, on the aluminum₂O₃ shield gap layer 14 of the lower part formed by three layers As a substrate film 130, as a NiCr layer (4nm) and 1st antiferromagnetic substance layer 131 A PtMn layer (15nm), As the magnetization fixed bed 132, three layers (a CoFe layer (1.5nm), Ru layer (0.8nm), and a CoFe layer (2nm)), As 1st non-magnetic metal layer 133, as Cu layer (2nm) and a magnetization free layer 134 Two-layer [of a CoFe layer (1nm) and a NiFe layer (3nm)], Sequential membrane formation of the 2O₃ layers (8nm) of the aluminum is carried out in this sequence as 2nd non-magnetic metal layer 21 as PtMn layer (10nm) and Ta layer 23' (1nm) and insulating-layer 24' as Cu layer (xnm) and antiferromagnetic substance layer of ** 2nd 22'. [0068] Subsequently, as shown in drawing 7 (B), the photoresist patterned layer 50 which has a pattern corresponding to the configuration of MR layered product and a lead electrode is formed on aluminum₂O₃ three-layer 24, as shown in drawing 7 (C), ion milling is performed, using this patterned layer 50 as a mask, and patterning of the MR layered product etc. is carried out. [0069] Subsequently, as shown in drawing 7 (D), after forming 51 2O₃ layers of aluminum from on this photoresist patterned layer 50, as shown in drawing 7 (E), the photoresist patterned layer 50 is removed (lift off is carried out). [0070] Then, as shown in drawing 8 (A), FIB is performed and the mask 24 by aluminum₂O₃ three-layer 24' is created. [0071] Subsequently, patterning of Ta layer 23' and the 2nd antiferromagnetic substance layer 22' is carried out by performing ion milling using a mask 24. By this, as shown in drawing 8 (B), one pair of Ta layers 23 and a lead electrode are constituted, and the 2nd 1 to antiferromagnetic substance layer 22 by which patterning was carried out so that the gap corresponding to the width of recording track might be separated and it might be located is obtained. In this case, since Cu layer as 2nd non-magnetic metal layer 21 is prepared in the bottom of 2nd antiferromagnetic substance layer 22', there is no un-arranging [which the magnetization free layer 134 is deleted by ion milling, and receives a damage by it]. [0072] then, it is shown in drawing 8 (C) -- as -- formation of a through hole 53, and a through hole -- after performing formation of a conductor etc., the upside shield gap layer 14 and the upside up shield layer 12 are formed, and an inductive element is created by the well-known method on it. [0073] Also in this operation gestalt, a PtMn layer is used as 2nd antiferromagnetic substance layer 22', and 2O₃ layers of aluminum are used as the mask 24 for patterning. Since the milling rate ratio to PtMn of aluminum 2O₃ is three to 5 times, as for the thickness, it is desirable to be referred to as 2nd about 1 / 3 - 1/5 of thickness. [of antiferromagnetic substance layer 22'] By using such a thin mask, the ion milling of a narrower pattern becomes possible. [0074] It is the same as that of the case of a previous operation gestalt to be able to apply NiMn, IrMn, and RuRhMn other than PtMn, and for Ta, Ru, Rh, and SiO₂ other than aluminum 2O₃ to be applied as the mask for patterning as 2nd antiferromagnetic

substance layer, and it is still the more nearly same also about the thickness of these masks. [0075] As a modification mode of the operation gestalt described above, the layered product of the vertical bias magnetic field generating means for controlling the magnetic domain of this magnetization free layer 134, for example, a permanent magnet, a ferromagnetic layer, and the 3rd antiferromagnetic substance layer for switched connection may be stuck and prepared in the both ends of the truck cross direction of the magnetization free layer 134 of the spin bulb MR layered product 13. [0076] Furthermore, it is clear that the conductor layer of the same pattern may be additionally prepared on the 2nd antiferromagnetic substance layer 22 and the Ta layer 23, and a lead electrode may be constituted from both this conductor layer and the 2nd antiferromagnetic substance layer 22. [0077] It is good also as structure by which forms the conductor layer prepared additionally exceeding the 2nd antiferromagnetic substance layer 22, and a laminating is partially carried out on the magnetization free layer 134 and which carried out overlap arrangement. As compared with the amount (about 0.1 micrometers) of overlap of the well-known overlap structure which described the amount of overlap in this case previously, since it is small (about 0.4-0.5 micrometers), it does not produce un-arranging [for which the effectual sensing field width of face of MR sensor spreads rather than the gap of a lead electrode]. [0078] This invention cannot be shown in instantiation, and not all the operation gestalten described above can show it restrictively, and can carry out this invention in other various deformation modes and modification modes. Therefore, the range of this invention is specified by only a claim and its equal range. [0079] [Effect of the Invention] As explained to details above, according to this invention, an antiferromagnetic substance layer (1st antiferromagnetic substance layer) makes MR layered product the bottom type structure where it is located in a substrate side. A non-magnetic metal layer (2nd non-magnetic metal layer) is prepared on a magnetization free layer, and the laminating of one pair of antiferromagnetic substance layers (2nd antiferromagnetic substance layer) which have conductivity on it is carried out. Switched connection of them is carried out to the edge field of that magnetization free layer overlapped caudad, and one pair of these antiferromagnetic substance layers fix magnetization of that portion while they operate as a lead electrode. Consequently, the portion of a magnetization free layer ceases to react to external magnetization, MR output is stabilized, and, moreover, the flare of effectual sensing field width of face can be prevented. [0080] Furthermore, since the laminating of the non-magnetic metal layer (2nd non-magnetic metal layer) is carried out on the magnetization free layer, in case patterning of one pair of antiferromagnetic substance layers which are lead electrodes is carried out by ion milling, a possibility that this magnetization free layer may be deleted and MR output-characteristics deterioration may arise becomes that there is nothing. Moreover, since the non-magnetic metal layer is prepared in the bottom of one pair of antiferromagnetic substance layers (2nd antiferromagnetic substance layer), When this 2nd antiferromagnetic substance layer and the 1st antiferromagnetic substance layer are formed with the same material, and both temperature characteristics will differ mutually and control the conditions of annealing suitably, it becomes possible to control both magnetization direction in the separate direction. he drawings, any words are not translated.

CLAIMS [Claim(s)] [Claim 1] 2nd 1 to antiferromagnetic substance layer characterized by providing the following -- having -- **** -- this -- said magnetization free layer of a lower part portion of 2nd 1 to antiferromagnetic substance layer -- this -- a magneto-resistive effect sensor

characterized by 2nd 1 to antiferromagnetic substance layer carrying out switched connection The 1st antiferromagnetic substance layer this -- a laminating is carried out on the 1st antiferromagnetic substance layer -- having -- **** -- this -- the magnetization fixed bed to which a bias magnetic field is impressed by switched connection with the 1st antiferromagnetic substance layer The 1st non-magnetic metal layer by which the laminating was carried out on this magnetization fixed bed this -- a magnetization free layer from which a signal magnetic field which the laminating is carried out and is impressed on the 1st non-magnetic metal layer is answered, and the magnetization direction changes, and the 2nd non-magnetic metal layer by which the laminating was carried out on this magnetization free layer -- this -- conductivity by which the laminating was carried out by separating a predetermined gap on the 2nd non-magnetic metal layer [Claim 2] A magneto-resistive effect sensor according to claim 1 by which said 2nd non-magnetic metal layer is characterized by consisting of a noble-metals material. [Claim 3] A magneto-resistive effect sensor according to claim 1 or 2 by which thickness of said 2nd non-magnetic metal layer is characterized by being 0.3-2nm. [Claim 4] A magneto-resistive effect sensor given in any 1 term of claims 1-3 characterized by having further a conductor layer by which the laminating was carried out on said 2nd antiferromagnetic substance layer. [Claim 5] The thin film magnetic head characterized by equipping any 1 term of claims 1-4 with a magneto-resistive effect sensor of a publication. [Claim 6] A manufacture method of a magneto-resistive effect sensor characterized by providing the following. the 1st antiferromagnetic substance layer -- this -- a step which carries out the laminating of the 2nd antiferromagnetic substance layer which has the magnetization fixed bed to which a bias magnetic field is impressed by switched connection with the 1st antiferromagnetic substance layer, the 1st non-magnetic metal layer, a magnetization free layer from which a signal magnetic field impressed is answered and the magnetization direction changes, the 2nd non-magnetic metal layer, and conductivity one by one from a substrate side, and forms a magneto-resistive effect layered product A step which carries out patterning of this magneto-resistive effect layered product to a predetermined configuration A step which carries out patterning of said 2nd antiferromagnetic substance layer so that a predetermined gap may be separated and it may counter mutually [Claim 7] A manufacture method according to claim 6 characterized by using a noble-metals material as said 2nd non-magnetic metal layer. [Claim 8] A manufacture method according to claim 6 or 7 characterized by forming thickness of said 2nd non-magnetic metal layer in 0.3-2nm. [Claim 9] A manufacture method given in any 1 term of claims 6-8 characterized by a step which forms said magneto-resistive effect layered product being a step which forms a conductor layer further on said 2nd antiferromagnetic substance layer. [Claim 10] A manufacture method given in any 1 term of claims 6-9 characterized by equipping said step which carries out patterning with a step which forms a mask on said 2nd antiferromagnetic substance layer, and a step which performs ion milling through this mask. [Claim 11] A manufacture method according to claim 10 characterized by using a mask which consists of Ta, Ru, or Rh layer as said mask. [Claim 12] A manufacture method according to claim 11 characterized by using a mask of thickness of about $1/2 - 1/3$ of thickness of said 2nd antiferromagnetic substance layer as said mask. [Claim 13] A manufacture method according to claim 10 characterized by using a mask which consists of aluminum 2O₃ or SiO₂ two-layer as said mask. [Claim 14] A manufacture method according to claim 13 characterized by using a mask of thickness of about $1/3 - 1/5$ of thickness of said 2nd antiferromagnetic substance layer as said mask. [Claim 15]

A manufacture method given in any 1 term of claims 10-14 characterized by forming said mask by the reactive-ion-etching method. [Claim 16] A manufacture method given in any 1 term of claims 10-14 characterized by forming said mask by the focal DOION beam method. [Claim 17] A manufacture method of the thin film magnetic head characterized by forming a magneto-resistive effect sensor in any 1 term of claims 6-16 by the manufacture method of a publication.

[Translation done.]